

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-312403

(43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl.

H01L 29/786

H01L 21/336

H01L 21/20

H01L 21/322

H01L 21/324

H01L 27/12

(21)Application number : 08-324645

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD

(22)Date of filing : 19.11.1996

(72)Inventor : OTANI HISASHI
 YAMAZAKI SHUNPEI
 TERAMOTO SATOSHI
 KOYAMA JUN
 OGATA YASUSHI
 HAYAKAWA MASAHIKO
 OSAME MITSUAKI
 HAMAYA TOSHIJI

(30)Priority

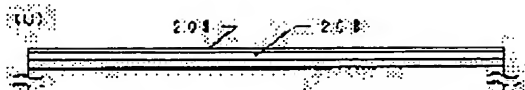
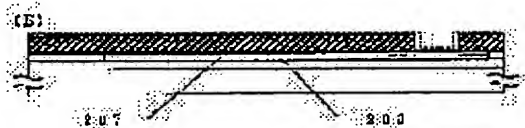
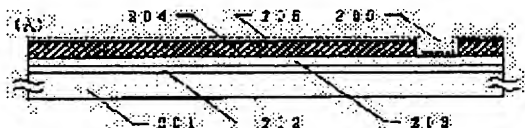
Priority number : 08 26210	Priority date : 19.01.1996	Priority country : JP
08 26037	20.01.1996	
08 32874	26.01.1996	JP
08 32875	26.01.1996	
08 32981	27.01.1996	JP
08 58334	20.02.1996	
08 88759	17.03.1996	JP
		JP
		JP
		JP

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to conduct a high speed operation by a method wherein the direction of a crystal structure having continuity of a crystalline silicon film, the direction where a crystal grain boundary and the direction which links a source region and a drain region are arranged in such a manner that they have the prescribed angle, and impurities are segregated in the crystal grain boundary.

SOLUTION: A silicon oxide film 202 and an amorphous silicon film 203 are formed on a quartz substrate 201. A mask 204, having an aperture 205 to expose the amorphous silicon film 203, is formed. Then, a nickel acetate solution is applied, and heat treatment is conducted. A crystal grown film 207 is advances in parallel with the substrate 201 from the aperture 205 toward the circumference, and a silicon film 208 is formed. Then, the mask 204 is removed, and a thermally oxidized film 209 is formed in such a manner that a nickel element is taken in, and when the thermally oxidized film 209 is removed, a crystalline silicon film 208, having a crystal grain boundary where the impurities of oxygen and chlorine are segregated, is formed. Then, a pattern 210 is formed in such a



manner that the direction, which links a source region and a drain region, and the orientation of crystal are coincided with each other, and etching treatment is conducted.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-312403

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 29/786			H 0 1 L 29/78	6 2 7 G
21/336			21/20	
21/20			21/322	Q
21/322			21/324	Z
21/324			27/12	R

審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-324645

(22) 出願日 平成8年(1996)11月19日

(31) 優先権主張番号 特願平8-26210

(32) 優先日 平8(1996)1月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-26037

(32) 優先日 平8(1996)1月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-32874

(32) 優先日 平8(1996)1月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 大谷 久

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 寺本 聡

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

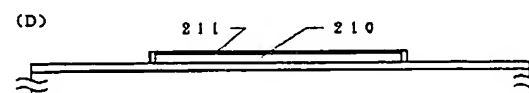
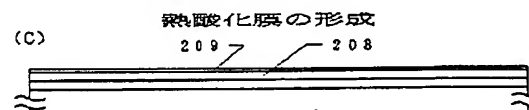
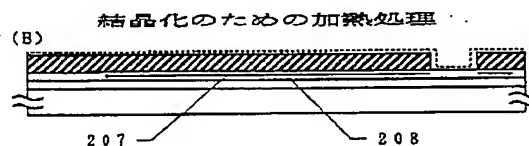
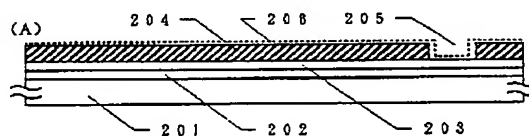
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 高い特性を有する薄膜トランジスタを得る。

【解決手段】 非晶質珪素膜203の特定の領域205に選択的にニッケル元素を接して保持させる。そして加熱処理を施すことにより、207で示されるような基板に平行な方向への結晶成長を行わせる。さらにハロゲン元素を含有した酸化性雰囲気中での加熱処理を施すことにより、熱酸化膜209を形成する。この際、結晶性の改善、ニッケル元素のゲッタリングが進行する。そして上記結晶成長方向とソース/ドレイン領域との結ぶ方向とを合わせて薄膜トランジスタを作製する。こうすることで、移動度が200(cm²/Vs)以上、S値が100(mV)以下というような高い特性を有するTFTを得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、

該結晶性珪素膜は、所定の方向に連続性を有する結晶構造を有し、かつ前記所定の方向に延在した結晶粒界を有し、

前記薄膜トランジスタにおいて、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向と前記所定の方向とは、所定の角度を有しており、

前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、

該結晶性珪素膜は、所定の方向に連続性を有する結晶構造を有し、かつ前記所定の方向に延在した結晶粒界を有し、

前記薄膜トランジスタにおいて、チャネル領域におけるキャリアの移動する方向と前記所定の方向とは、所定の角度を有しており、

前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、

該結晶性珪素膜は、所定の方向に格子の連続性を有する結晶構造を有し、かつ前記所定の方向に直角または概略直角な方向には格子の連続性が損なわれた結晶構造を有し、

前記薄膜トランジスタにおいて、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向と前記所定の方向とは、所定の角度を有しており、

前記所定の方向にそって不純物が偏析した領域が延在していることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、

該結晶性珪素膜は、所定の方向に格子の連続性を有する結晶構造を有し、かつ前記所定の方向に直角または概略直角な方向には格子の連続性が損なわれた結晶構造を有し、

前記薄膜トランジスタにおいて、チャネル領域におけるキャリアの移動する方向と前記所定の方向とは、所定の角度を有しており、

前記所定の方向にそって不純物が偏析した領域が延在していることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、

該結晶性珪素膜は、結晶粒界の延在方向に異方性を有しており、

前記薄膜トランジスタにおいて、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向と前記延在方向とは、所定の角度を有しており、

前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、

該結晶性珪素膜は、結晶粒界の延在方向に異方性を有しており、

前記薄膜トランジスタにおいて、チャネル領域におけるキャリアの移動する方向と前記延在方向とは、所定の角度を有しており、

前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする半導体装置。

【請求項7】請求項1乃至請求項6において、所定の角度が 0° または概略 0° であることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】請求項1乃至請求項6において、結晶性珪素膜中には、珪素の結晶化を助長する金属元素が添加されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項9】請求項8において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、ニッケル(Ni)が利用されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項10】請求項9において、ニッケル元素は 1×10^{14} 原子個/ $\text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{16}$ 原子個/ cm^3 の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】請求項9において、ニッケル元素は 1×10^{16} 原子個/ $\text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{17}$ 原子個/ cm^3 の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項12】請求項8において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類のものが利用されることを特徴とする半導体装置。

【請求項13】請求項8において、珪素の結晶化を助長する金属元素は結晶性珪素膜の表面および/または裏面に向かって含有濃度が高くなる濃度分布を有していることを特徴とする半導体装置。

【請求項14】請求項8において、結晶性珪素膜中にはハロゲン元素が含まれており、該ハロゲン元素は、結晶性珪素膜の表面および/または裏面に向かって含有濃度が高くなる濃度分布を有していることを特徴とする半導体装置。

【請求項15】請求項1乃至請求項6において、結晶性珪素膜の膜厚は $100 \text{ \AA} \sim 750 \text{ \AA}$ であることを特徴とする半導体装置。

【請求項16】絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜

を成膜する工程と、

前記非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に導入する工程と、

加熱処理を施し前記金属元素が選択的に導入された領域から他の領域に向かって基板に平行な方向に結晶成長を行わせる工程と、

ハロゲン元素を含有させた酸化性雰囲気中での800℃～1100℃での加熱処理により熱酸化膜を形成する工程と、

前記熱酸化膜を除去する工程と、

を有し、

前記結晶成長を行わせた方向にソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向を一致または概略一致させる工程と、

を有し、

前記結晶成長方向にそって不純物が偏析していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項17】絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を成膜する工程と、

前記非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に導入する工程と、

加熱処理を施し前記金属元素が選択的に導入された領域から他の領域に向かって基板に平行な方向に結晶成長を行わせる工程と、

ハロゲン元素を含有させた酸化性雰囲気中での800℃～1100℃での加熱処理により熱酸化膜を形成する工程と、

前記熱酸化膜を除去する工程と、

を有し、

前記結晶成長を行わせた方向にチャネル領域におけるキャリアの移動する方向を一致または概略一致させる工程と、

を有し、

前記結晶成長方向にそって不純物が偏析していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項18】請求項16または請求項17において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、ニッケル(Ni)を利用することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項19】請求項16または請求項17において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類のものを利用することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項20】請求項16または請求項17において、偏析している不純物として酸素が存在することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項21】請求項16または請求項17において、偏析している不純物としてハロゲン元素が存在することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、結晶性を有する薄膜半導体に関する。また、その薄膜半導体の作製方法に関する。またその薄膜半導体を利用した半導体装置に関する。またその半導体装置の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ガラス基板や石英基板上に結晶性を有する珪素膜を成膜し、その珪素膜をもって薄膜トランジスタ(以下TFTと称する)を作製する技術が知られている。

【0003】この薄膜トランジスタは、高温ポリシリコンTFTや低温ポリシリコンTFTと称されている。

【0004】高温ポリシリコンTFTは、結晶性珪素膜の作製手段として、800℃や900℃以上というような比較的高温の加熱処理を利用する技術である。この技術は、単結晶シリコンウエハーの利用したICの作製プロセスの派生技術といえる。

【0005】当然、高温ポリシリコンTFTが作製される基板としては、上記加熱温度に耐える石英基板が利用される。

【0006】他方、低温ポリシリコンTFTは、基板として安価なガラス基板(当然耐熱性は石英基板に対して劣るものとなる)を利用したものである。

【0007】低温ポリシリコンTFTの構成する結晶性珪素膜の作製には、ガラス基板の耐える600℃以下の加熱や、ガラス基板に対しての熱ダメージはほとんど無いレーザーアニール技術が利用される。

【0008】高温ポリシリコンTFTは、特性のそろったTFTを基板上に集積化できるという特徴がある。

【0009】他方、低温ポリシリコンTFTは、基板として安価で大面積化が容易なガラス基板を利用できるという特徴がある。

【0010】なお、現状の技術においては、高温ポリシリコンTFTも低温ポリシリコンTFTもその特性に大きな違いはない。

【0011】即ち、移動度でいえば50～100(cm²/Vs)程度、S値が200～400(mV/dec)(V_D = 1V)程度のものが、両者において得られている。

【0012】この特性は、単結晶シリコンウエハーを利用したMOS型トランジスタの特性に比較して大きく見劣りするものである。一般的に、単結晶シリコンウエハーを利用したMOS型トランジスタのS値は60～70(mV/dec)程度である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】現状においてTFTは、アクティブマトリクス型の液晶表示装置のアクティブマトリクス回路と周辺駆動回路とを同一基板上に集積化するために利用されている。即ち、アクティブマトリクス回路と周辺駆動回路とを同一の基板上にTFTをもって

作り込むことが行われておる。

【0014】このような構成において、周辺駆動回路のソースドライバ回路は、十数MHz以上の動作が要求される。しかし、現状における高温ポリシリコンTFT及び低温ポリシリコンTFTで構成した回路は、その動作速度のマージンが数MHz程度までしかとれない。

【0015】従って、動作を分割する（分割駆動と呼ばれる）などして、液晶表示を構成しているのが現状である。しかし、この方法は、分割のタイミングの微妙なズレ等に起因して、画面に縞模様が現れてしまう等の問題がある。

【0016】また、今後の技術として、周辺駆動回路（シフトレジスタ回路やバッファ回路で構成される）以外に発振回路やD/AコンバータやA/Dコンバータ、さらに各種画像処理を行うデジタル回路を、さらに同一基板上に集積化することが考えられている。

【0017】しかし、上記発振回路やD/AコンバータやA/Dコンバータ、さらに各種画像処理を行うデジタル回路は、周辺駆動回路よりもさらに高い周波数で動作することが必要とされる。

【0018】従って、現状の技術で得られている高温ポリシリコンTFTや低温ポリシリコンTFTでもってそれらの回路を構成することは困難である。

【0019】なお、単結晶シリコンウエハーを利用したMOSトランジスタでもって構成した集積回路は、100MHz以上の動作を行わせることができるものが実用化されている。

【0020】本明細書で開示する発明は、上記のような高速動作（一般に数十MHz以上の動作速度）が要求される回路を構成しうる薄膜トランジスタを得ることを課題とする。

【0021】また、単結晶シリコンウエハーを利用して作製したMOS型トランジスタに匹敵するような特性が得られる薄膜トランジスタを提供することを課題とする。またその作製手段を提供することを課題とする。さらに、そのような高い特性を有する薄膜トランジスタでもって必要とする機能を有する半導体装置を提供することを課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、該結晶性珪素膜は、所定の方向に連続性を有する結晶構造を有し、かつ前記所定の方向に延在した結晶粒界を有し、前記薄膜トランジスタにおいて、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向と前記所定の方向とは、所定の角度を有しており、前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする。

【0023】上記のような結晶状態を有する結晶性珪素膜の例を図6及び図7に示す。図7に示すのは、図6の一

部をさらに拡大したものである。図6及び図7に示すのは、厚さ250Åの結晶性珪素膜の表面を透過型電子顕微鏡（TEM）により観察した写真である。

【0024】図6及び図7に示すような結晶性珪素膜を得るには実施例1に示すような作製工程を採ることによって実現される。

【0025】図6及び図7には、図の左下から右上に向かって連続性を有する結晶構造が延在している状態が示されている。またこの結晶構造の連続性が延在している方向にほぼ平行に多数の結晶粒界が形成されている状態も示されている。

【0026】即ち、結晶構造の連続性が存在している方向に対して直角または概略直角な方向（図6または図7の右下から右上に向かう方向）には、明確な結晶粒界が多数、間隔をおいて存在しており、その方向へは結晶構造は不連続なものとなっている。即ち、この方向には結晶構造の連続性が損なわれたものとなっている。

【0027】この結晶構造の連続性が延在している方向は、格子構造の連続性がほぼ保たれており、キャリアの移動に際しての散乱やトラップが他の方向に比較して非常に少ないものとなっている。即ち、上記結晶構造が連続している方向は、キャリアにとっては、結晶粒界からの散乱を受けない、または受けにくい実質的な単結晶状態になっていると見ることができる。

【0028】また上記結晶粒界には、酸素やハロゲン元素が偏析している状態が確認されている。これは、電子線ビームを収束させて照射した際に発生するX線スペクトルを分析することによって確認される。この酸素やハロゲン元素は、結晶化後の熱酸化膜の形成時に結晶粒界に偏析したものと考えられる。

【0029】上記発明の構成は、この結晶構造の連続している方向と薄膜トランジスタのソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向との関係を規定したものである。高速動作を狙うのであれば、上記の結晶構造の連続している方向とソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向とを一致または概略一致させることが好ましい。こうすることで、MOS型の薄膜トランジスタの動作において、キャリアが最も移動し易い構造とすることができる。

【0030】また、上記2つの方向のなす角度を所定のものに設定することで、得られる薄膜トランジスタの特性を制御することができる。例えば、同一の基板上に多数の薄膜トランジスタ群を作製する際に、上記2つの角度のなす角度を異ならせた群を複数形成することにより、このトランジスタ群の特性を異ならせることができる。

【0031】また、N字型やコの字型、さらにはM字型等の形状を有する活性層が折れ曲がっているような薄膜トランジスタの場合は以下のようにすればよい。即ち、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ線が直線ではなく、屈曲したものとなるような薄膜トランジスタの場合は、以

下のようにすればよい。この場合、チャネル領域におけるキャリアの移動方向（全体として見た場合のキャリアに移動方向）に合わせて、前述した結晶構造の連続性の方向を設定すればよい。

【0032】この場合もキャリアの移動方向と結晶構造の連続性の方向とのなす角度を 0° とした場合に最も高速動作を期待できる。勿論、必要に合わせてこの角度を設定することができる。

【0033】他の発明の構成は、絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、該結晶性珪素膜は、結晶粒界の延在方向に異方性を有しており、前記薄膜トランジスタにおいて、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向と前記延在方向とは、所定の角度を有しており、前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする。

【0034】他の発明の構成は、絶縁表面を有する基板上に形成された結晶性珪素膜を活性層とした薄膜トランジスタを利用した半導体装置であって、該結晶性珪素膜は、結晶粒界の延在方向に異方性を有しており、前記薄膜トランジスタにおいて、チャネル領域におけるキャリアの移動する方向と前記延在方向とは、所定の角度を有しており、前記結晶粒界には不純物が偏析していることを特徴とする。

【0035】本明細書で開示する発明における結晶性珪素膜は、非晶質珪素膜に対してニッケルに代表される珪素の結晶化を助長する金属元素を導入し、さらに加熱処理を施し、さらにハロゲン元素を含んだ雰囲気中での加熱処理が必要とされる。この熱酸化膜を形成するための加熱処理の段階で雰囲気中の酸素とハロゲン元素の粒界への析出が行われる。

【0036】上記金属元素としては、ニッケルが再現性や効果の点で極めて好ましい。一般にこの金属元素としては、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類のものを利用することができる。

【0037】ニッケル元素を利用した場合、最終的に珪素膜中に残留するニッケルの濃度は、 1×10^{14} 原子個/ cm^3 ～ 5×10^{18} 原子個/ cm^3 程度となる。熱酸化膜のゲッターリング条件を詰めれば、この濃度の上限は 5×10^{17} 原子個/ cm^3 程度にまで低減できる。この濃度の計測は、SIMS（2次イオン分析方法）を利用して計測できる。

【0038】一般的には、上記ニッケル濃度の下限は、 1×10^{16} 原子個/ cm^3 程度となる。これは、コストとの兼ね合いを考えた場合、基板や装置に付着するニッケル元素の影響を排除することが通常は困難であるからである。

【0039】よって、一般的な作製工程に従った場合、残留するニッケル元素の濃度は、 1×10^{16} 原子個/ cm^3

$\text{m}^3 \sim 5 \times 10^{18}$ 原子個/ cm^3 となる。

【0040】また、熱酸化膜の作製工程において、当該金属元素が熱酸化膜中に移動する関係から、得られた結晶性珪素膜の厚さ方向におけるニッケル元素の濃度分布に勾配または分布が発生する。

【0041】一般に結晶性珪素膜中の当該金属元素の濃度は、熱酸化膜が形成される界面に向かって当該金属元素の濃度が高くなる傾向が観察される。また、条件によっては、基板または下地膜に向かって、即ち裏面側の界面に向かって当該金属元素の濃度が高くなる傾向も観察される。

【0042】また、熱酸化膜の形成時に雰囲気中にハロゲン元素を含有させた場合、このハロゲン元素も上記金属元素と同様な濃度分布を示すものとなる。即ち、結晶性珪素膜の表面および/または裏面に向かって含有濃度が高くなる濃度分布を示すものとなる。

【0043】本明細書で開示する発明における結晶性珪素膜は、その最終的な膜厚を好ましくは $100 \text{ \AA} \sim 750 \text{ \AA}$ 、より好ましくは $150 \text{ \AA} \sim 450 \text{ \AA}$ とする。このような膜厚とすることにより、図6や図7に示すような一方に結晶性が連続した特異な結晶構造をより顕著な形で再現性良く得ることができる。

【0044】この最終的な結晶性珪素膜の膜厚は、熱酸化膜の成膜により膜厚を目減りすることを考慮して決定する必要がある。

【0045】他の発明の構成は、絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を成膜する工程と、前記非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に導入する工程と、加熱処理を施し前記金属元素が選択的に導入された領域から他の領域に向かって基板に平行な方向に結晶成長を行わせる工程と、ハロゲン元素を含有させた酸化性雰囲気中での $800^\circ\text{C} \sim 1100^\circ\text{C}$ での加熱処理により熱酸化膜を形成する工程と、前記熱酸化膜を除去する工程と、前記結晶成長を行わせた方向にソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向を一致または概略一致させる工程と、を有し、前記結晶成長方向にそって不純物が偏析することを特徴とする。

【0046】上記のような工程を採用することにより、本明細書で開示する結晶性珪素膜を得ることができ、さらにその結晶構造の特異性を利用したMOS型薄膜トランジスタを得ることができる。

【0047】金属元素の導入方法としては、当該金属元素を含んだ溶液を塗布する方法、CVD法による方法、スパッタ法や蒸着法による方法、当該金属元素を含んだ電極を利用したプラズマ処理による方法、ガス吸着法による方法を挙げることができる。

【0048】ハロゲン元素を導入する方法としては、HCl、HF、HBr、 Cl_2 、 F_2 、 Br_2 、 CF_4 等を酸化性雰囲気（例えば酸素雰囲気）中に含有させる手段を利用することができる。

【0049】また、熱酸化膜の形成時における雰囲気中に水素ガスの導入を合わせて行い、ウェット酸化の作用を利用することも有効である。

【0050】熱酸化膜の形成するための温度は極めて重要なものとなる。後述するような素子単体で数十MHz以上の動作を行わせることが可能で、S値が100(mV/dec)以下というようなTFETを得るのであれば、熱酸化膜の形成時における加熱温度を好ましくは800℃以上、より好ましくは900℃以上とすることが必要である。

【0051】なおこの加熱温度の上限は、石英基板の耐熱温度の上限である1100℃程度とすることが適当である。

【0052】他の発明の構成は、絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を成膜する工程と、前記非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に導入する工程と、加熱処理を施し前記金属元素が選択的に導入された領域から他の領域に向かって基板に平行な方向に結晶成長を行わせる工程と、ハロゲン元素を含有させた酸化性雰囲気中での800℃～1100℃での加熱処理により熱酸化膜を形成する工程と、前記熱酸化膜を除去する工程と、前記結晶成長を行わせた方向にチャネル領域におけるキャリアの移動する方向を一致または概略一致させる工程と、を有し、前記結晶成長方向にそって不純物が偏析することを特徴とする。

【0053】上記構成は、チャネル領域におけるキャリアに移動方向に着目し、その方向と結晶成長方向（結晶構造に連続性を有する方向または結晶粒界は延在する方向）との関係を規定したものである。

【0054】この構成は、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ線分が折れ曲がっているような場合に有効なものとなる。

【0055】

【発明の実施の形態】非晶質珪素膜を加熱により結晶化させ結晶性珪素膜を得る技術において、非晶質珪素膜の表面の一部の領域にニッケル元素を接して保持させた状態で加熱処理を施すことにより、前記一部の領域から他の領域へと基板に平行な方向への結晶成長を行わせる。

【0056】そして、前記結晶成長を行わせた珪素膜の表面に熱酸化膜を形成する。この熱酸化膜は、ハロゲン元素を含んだ酸化性雰囲気中で800℃～1100℃の加熱処理を施すことにより形成する。この際、熱酸化膜の形成に際して、不安定な珪素原子が酸化膜の形成に利用され、珪素膜中の欠陥が大きく減少する。また珪素膜の結晶性が高くなる。

【0057】そしてこの熱酸化膜を除去する。こうして得られた結晶性珪素膜は、図6及び図7に示すような特定の方向に結晶粒界が延在し、その方向に結晶構造が連続した構造を有するものとなる。

【0058】そしてこの結晶成長が連続した方向と動作

時のキャリアの移動する方向とを合わせたTFETを作製することで、高い性能を有するTFETを得ることができ

る。

【0059】

【実施例】

【実施例1】本実施例では、非晶質珪素膜に対して、珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に導入することにより、横成長と呼ばれる基板に平行な方向への結晶成長を行わす方法に関する。

【0060】図1に本実施例の作製工程を示す。まず、石英基板201上に下地膜202として酸化珪素膜を3000Åの厚さに成膜する。なお、石英基板の表面の平滑性が良く、また洗浄を十分にするのであれば、この下地膜202は特に必要ない。

【0061】なお、基板としては石英基板を利用することが現状においては好ましい選択となるが、加熱処理温度に耐える基板であれば、石英に限定されるものではない。

【0062】次に結晶性珪素膜の出発膜となる非晶質珪素膜203を減圧熱CVD法でもって、600Åの厚さに成膜する。この非晶質珪素膜の厚さは、2000Å以下とすることが好ましい。

【0063】次に図示しない酸化珪素膜を1500Åの厚さに成膜し、それをパターニングすることにより、204で示されるマスクを形成する。このマスクは205で示される領域に開口が形成されている。この開口205が形成されている領域においては、非晶質珪素膜203が露呈する。

【0064】開口205は、図面の奥行及び手前方向に長手方向を有する細長い長方形を有している。この開口205の幅は20μm以上とするのが適当である。またその長手方向の長さは必要とする長さでもって形成すればよい。

【0065】そして重量換算で10ppmのニッケル元素を含んだ酢酸ニッケル溶液を塗布する。そして図示しないスピナーを用いてスピンドライを行い余分な溶液を除去する。

【0066】こうして、ニッケル元素が図1(A)の点線206で示されるような状態で存在した状態が得られる。この状態では、ニッケル元素が開口205の底部において、非晶質珪素膜の一部に選択的に接して保持された状態が得られる。

【0067】次に水素を3%含有した極力酸素を含まない窒素雰囲気中において、640℃、4時間の加熱処理を行う。すると、図1(B)の207で示されるような基板201に平行な方向への結晶成長が進行する。この結晶成長の状態を上面から見た模式図を図9に示す。

【0068】この結晶成長は、ニッケル元素が導入された開口205の領域から周囲に向かって進行する。この基板に平行な方向への結晶成長を横成長またはラテラル

成長と称する。

【0069】この結晶成長により得られる横成長した結晶性珪素膜の表面は、従来の低温ポリシリコンや高温ポリシリコンに比較して非常に平滑性の良いものが得られる。これは、結晶粒界の延在する方向が概略そろっていることに起因すると考えられる。

【0070】一般の多結晶珪素やポリシリコンと呼ばれる珪素膜は、その表面の凹凸は±100Å以上ある。しかし、本実施例で示すような横成長をさせた場合は、その表面の凹凸は±30Å以下であることが観察されている。この凹凸は、ゲイト絶縁膜との間の界面特性を悪化させるものであり、極力小さいものであることが好ましい。

【0071】上記の結晶化のために加熱処理条件においては、この横成長を100μm以上にわたって行なうことができる。こうして横成長した領域を有する珪素膜208を得る。

【0072】この結晶成長のための加熱処理は、450℃～1100℃（上限は基板の耐熱性で規制される）で行うことができる。ある程度の横成長距離を確保するのであれば、加熱処理の温度を600℃以上とすることが好ましい。しかし、それ以上に温度を上げることによる結晶成長距離や結晶性の向上はそれ程大きくない。

【0073】そしてニッケル元素を選択的に導入するための酸化珪素膜でなるマスク204を除去する。こうして、図1(C)に示す状態を得る。

【0074】この状態においては、ニッケル元素が膜中に偏在している。特に、開口205が形成されていた領域と、207で示される結晶成長の先端部分においては、ニッケル元素が比較的高濃度に存在している。従って、活性層の形成においては、それらの領域を避けることが重要となる。即ち、活性層中に上記ニッケル元素が偏在した領域が存在しないようにすることが重要である。

【0075】図2(C)に示す状態を得た後、レーザー光の照射を行なってもよい。即ち、レーザー光の照射により、さらに結晶化を助長させてもよい。このレーザー光の照射は、膜中に存在するニッケル元素の固まりを分散させ、後にニッケル元素を除去し易くする効果を有している。なお、この段階でレーザー光の照射を行っても、さらに横成長が進行することはない。

【0076】レーザー光としては、紫外領域の波長を有するエキシマレーザーを利用することができる。例えば、KrFエキシマレーザー（波長248nm）やXeClエキシマレーザー（波長308nm）を利用することができる。

【0077】次にHClを3体積%含んだ酸素雰囲気中において、950℃の加熱処理を行い、熱酸化膜209を200Åの厚さに成膜する。この熱酸化膜の形成に従い、珪素膜208の膜厚は100Å程度その膜厚が減少

する。即ち、珪素膜の膜厚は、500Å程度となる。

【0078】この工程においては、熱酸化膜の形成に従い、膜中の不安定な結合状態を有する珪素元素が熱酸化膜の形成に利用される。そして、膜中の欠陥が減少し、より高い結晶性を得ることができる。

【0079】また同時に熱酸化膜の形成および塩素の作用により膜中よりニッケル元素のゲッタリングが行われる。

【0080】当然、熱酸化膜中には、比較的高濃度にニッケル元素が取り込まれることになる。そして相対的に珪素膜208中のニッケル元素は減少する。

【0081】熱酸化膜209を形成したら、この熱酸化膜209を除去する。こうして、ニッケル元素の含有濃度を減少させた結晶性珪素膜208を得る。こうして得られた結晶性珪素膜は、図6また図7に示すように一方方向に結晶構造が延在した（この方向は結晶成長方向に一致する）構造を有している。即ち、細長い円柱状の結晶体が複数の一方方向に延在した結晶粒界を介して、複数平行に並んでいるような構造を有している。この一方方向（この方向は結晶成長方向に一致する）に延在した結晶粒界には酸素と塩素とが偏析している。

【0082】上記の不純物が偏析した結晶粒界部分は、エネルギー的に障壁となっており、キャリアに移動を結晶成長方向へと規制する機能を有している。

【0083】次にパターニングを行うことにより、横成長領域でなるパターン210を形成する。この島状の領域210が後にTFTの活性層となる。ここでは、ソース領域とドレイン領域とを結ぶ方向と結晶成長方向とが一致または概略一致するようにパターンの位置取りを行う。こうすることで、キャリアの移動する方向と結晶格子が連続して延在する方向とを合わせることができ、結果として高い特性のTFTを得ることができる。

【0084】そして、210でなるパターンを形成後に熱酸化膜211を300Åの厚さに成膜する。この熱酸化膜は、HClを3%含有した酸素雰囲気中において、950℃の加熱処理を行うことによって得る。

【0085】熱酸化膜211を成膜することにより、パターン（活性層となるパターン）210の膜厚は、350Åとなる。

【0086】この工程においても熱酸化膜209を成膜する場合と同様の効果を得ることができる。なお、この熱酸化膜209は、TFTのゲイト絶縁膜の一部となる。

【0087】この後、熱酸化膜と共にゲイト絶縁膜を構成する酸化珪素膜304を1000Åの厚さにプラズマCVD法により成膜する。（図2(A)）

【0088】次にゲイト電極を形成するためのアルミニウム膜をスパッタ法で4000Åの厚さに成膜する。このアルミニウム膜中には、スカンジウムを0.2重量%含有させる。

【0089】アルミニウム膜中にスカンジウムを含有させるのは、後の工程において、ヒロックやウィスカが発生することを抑制するためである。ヒロックやウィスカというのは、加熱の際のアルミニウムの異常成長に起因する針状あるいは刺状の突起部のことである。

【0090】アルミニウム膜を成膜したら、図示しない緻密な陽極酸化膜を形成する。この陽極酸化膜は、3%の酒石酸を含んだエチレングルコール溶液を電解溶液とし、アルミニウム膜を陽極、白金を陰極として行う。この工程においては、アルミニウム膜上に緻密な膜質を有する陽極酸化膜を100Åの厚さに成膜する。

【0091】この図示しない陽極酸化膜は、後に形成されるレジストマスクとの密着性を向上させる役割を有している。

【0092】この陽極酸化膜の膜厚は、陽極酸化時の印加電圧によって制御することができる。

【0093】次にレジストマスク306を形成する。そしてこのレジストマスクを利用して、アルミニウム膜を305で示されるパターンにパターニングする。こうして図2(B)に示す状態を得る。

【0094】ここで再度の陽極酸化を行う。ここでは、3%のシュウ酸水溶液を電解溶液として用いる。この電解溶液中において、アルミニウムのパターン305を陽極とした陽極酸化を行うことにより、308で示される多孔質状の陽極酸化膜が形成される。

【0095】この工程においては、上部に密着性の高いレジストマスク306が存在する関係で、アルミニウムパターンの側面に選択的に陽極酸化膜308が形成される。

【0096】この陽極酸化膜は、その膜厚を数μmまで成長させることができる。ここでは、その膜厚を6000Åとする。なお、その成長距離は、陽極酸化時間によって制御することができる。

【0097】そしてレジストマスク306を除去する。次に再度の緻密な陽極酸化膜の形成を行う。即ち、前述した3%の酒石酸を含んだエチレングルコール溶液を電解溶液とした陽極酸化を再び行う。

【0098】この工程においては、多孔質状の陽極酸化膜308中に電解溶液が進入する関係から、309で示されるように緻密な膜質を有する陽極酸化膜が形成される。

【0099】この緻密な陽極酸化膜309の膜厚は1000Åとする。この膜厚の制御は印加電圧によって行う。

【0100】ここで、露呈した酸化珪素膜304をエッチングする。また同時に熱酸化膜300をエッチングする。このエッチングはドライエッチングを利用する。そして酢酸と硝酸とリン酸とを混合した混酸を用いて多孔質状の陽極酸化膜308を除去する。こうして図2

(D)に示す状態を得る。

【0101】図2(D)に示す状態を得たら、不純物イオンの注入を行う。ここでは、Nチャネル型の薄膜トランジスタを作製するためにP(リン)イオンの注入をプラズマドーピング法でもって行う。

【0102】この工程においては、ヘビードープがされる311と315の領域とライトドープがされる312と314の領域が形成される。これは、残存した酸化珪素膜310が半透過なマスクとして機能し、注入されたイオンの一部がそこで遮蔽されるからである。

【0103】そしてレーザー光(またはランプを用いた強光)の照射を行うことにより、不純物イオンが注入された領域の活性化を行う。こうして、ソース領域311、チャネル形成領域313、ドレイン領域315、低濃度不純物領域312と314が自己整合的に形成される。

【0104】ここで、314で示されるのが、LDD(ライトドープドレイン)領域と称される領域である。(図2(D))

【0105】なお、緻密な陽極酸化膜309の膜厚を2000Å以上というように厚くした場合、その膜厚でもってチャネル形成領域313の外側にオフセットゲイト領域を形成することができる。

【0106】本実施例においてもオフセットゲイト領域は形成されているが、その寸法が小さいのでその存在による寄与が小さく、また図面が煩雑になるので図中には記載していない。

【0107】なお、緻密な膜質を有する陽極酸化膜を2000Å以上というように厚く形成するのには、200V以上の印加電圧が必要とされるので、再現性や安全性に関して、注意が必要である。

【0108】次に層間絶縁膜316として酸化珪素膜、または窒化珪素膜、またはその積層膜を形成する。層間絶縁膜としては、酸化珪素膜または窒化珪素膜上に樹脂材料でなる層を用いてもよい。

【0109】そしてコンタクトホールの形成を行い、ソース電極317とドレイン電極318の形成を行う。こうして図3(E)に示す薄膜トランジスタが完成する。

【0110】本実施例に示すTFTは、その特性として従来には得られなかった極めて高いものを得ることができる。

【0111】例えば、NTFT(Nチャネル型のTFT)で、移動度が200~300(cm^2/Vs)、S値が75~90(mV/dec)($V_D = 1\text{V}$)という高性能なものが得られる。PTFT(Pチャネル型のTFT)で120~180(cm^2/Vs)、S値が75~100(mV/dec)($V_D = 1\text{V}$)という高性能なものを得ることができる。

【0112】特にS値は、従来の高温ポリシリコンTFT及び低温ポリシリコンTFTの値に比較して、1/2以下という驚異的に良い値である。

【0113】〔実施例2〕本実施例は、実施例1に示す

構成において、ゲイト絶縁膜の形成方法を工夫した例に関する。

【0114】図3に本実施例の作製工程を示す。まず図1(A)及び(B)に示す工程に従い横成長領域を有する結晶性珪素膜208を得る。なおここでは、出発膜の非晶質珪素膜を500Åとする。

【0115】結晶性珪素膜を得たら、HClを3%含有させた酸素雰囲気中において950℃の加熱処理を行うことにより、熱酸化膜209を200Åの厚さに成膜する。(図3(A))

【0116】次に熱酸化膜209を除去する。そして、パターニングを施すことにより、後に薄膜トランジスタの活性層となるパターン210を形成する。(図3(B))

【0117】次にプラズマCVD法により、ゲイト絶縁膜304を1000Åの厚さに成膜する。(図3(C))

【0118】次にHClを3%含有させた酸素雰囲気中において950℃の加熱処理を行うことにより、熱酸化膜211を300Åの厚さに成膜する。(図3(D))

【0119】この際、熱酸化膜は、CVD酸化膜304の内側において成長し、図3(D)に示すような状態で成膜される。

【0120】本実施例に示す作製工程を採用した場合、ゲイト絶縁膜は熱酸化膜211とCVD酸化膜304との積層膜をもって構成されることになる。

【0121】本実施例に示す作製工程を採用した場合、ゲイト絶縁膜と活性層との界面における界面準位密度を低いものとすることができる。

【0122】〔実施例3〕本実施例は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置のアクティブマトリクス回路部分の作製工程を示す。

【0123】図4に本実施例の作製工程の概略を示す。まず、図1及び図2に示す工程に従って、図2(D)に示す状態を得る。(図4(A)に示す状態)

【0124】次に第1の層間絶縁膜として、窒化珪素膜401を2000Åの厚さにプラズマCVD法で成膜する。さらにポリイミド樹脂膜402をスピンコート法で成膜する。こうして、図4(B)に示す状態を得る。なお、樹脂材料としては、ポリイミド以外にポリアミドやポリイミドアミドを利用することができる。

【0125】次にソース領域311とドレイン領域315に達するコンタクトホールを形成を行い、ソース電極403とドレイン電極403を形成する。これらの電極は、チタン膜とアルミニウム膜とチタン膜との積層膜をもって形成する。なお、ソース電極403は、ソース線から延在したものとして形成される。(図4(C))

【0126】ドレイン電極403は、その一部が補助容量を形成するための電極として利用される。

【0127】ソース及びドレイン電極を形成したら、第

2の層間絶縁膜としてポリイミド樹脂膜404を成膜する。こうして図4(C)に示す状態を得る。

【0128】次に樹脂層間絶縁膜404に開口を形成し、さらにチタン膜とアルミニウム膜との積層膜でもってなるブラックマトリクス(BM)405を形成する。このブラックマトリクス405は、本来の遮光膜としての機能以外に補助容量を形成するための電極として機能する。

【0129】ブラックマトリクス405を形成したら、第3の層間絶縁膜として、ポリイミド樹脂膜406を成膜する。そして、ドレイン電極403へのコンタクトホールを形成し、ITOでなる画素電極407を形成する。

【0130】こうして、補助容量として機能するブラックマトリクス405のパターンと画素電極407のパターンとの間にポリイミド樹脂膜406が挟まれた構造が得られる。

【0131】〔実施例4〕本実施例は、実施例1に示す構成において、ゲイト電極またはゲイト電極から延在したゲイト配線に対するコンタクトの形成の採り方を工夫した例である。

【0132】実施例1(図2参照)または実施例3(または実施例3)に示す構成においては、ゲイト電極の側面及び上面が緻密な膜質を有する陽極酸化膜によって被覆された状態となっている。

【0133】このような構造は、アルミニウムを材料とした電極を形成する場合には、ヒロックの抑制、配線間ショート抑制という点において大きな効果を有している。

【0134】しかしながら、その強固な膜質故にコンタクトの形成が比較的困難であるという問題がある。

【0135】本実施例は、この問題を解決する構成に関する。図5に本実施例の作製工程を示す。他の実施例と同じ符号箇所の詳細な作製条件等は、他の実施例と同じである。

【0136】まず図5(A)に示すように、結晶性珪素膜でなる活性層パターン210を得る。そして、熱酸化膜211とCVD酸化膜304とが積層された状態を得る。

【0137】ここでは、まずCVD酸化膜を成膜し、その後に熱酸化膜を成膜する工程を採用する。

【0138】図5(A)に示す状態を得たら、アルミニウム膜を成膜し、さらに窒化珪素膜を500Åの厚さに成膜する。そして、レジストマスク306を用いてパターニングを施し、305で示されるアルミニウムパターンとその上の窒化珪素膜501が形成された状態を得る。(図5(B))

【0139】図5(B)に示す状態を得たら、レジストマスク306を配置した状態で多孔質状の陽極酸化膜308を形成し、さらに緻密な膜質を有する陽極酸化膜3

09を形成する。

【0140】これらの陽極酸化膜は、ゲイト電極となるアルミニウムパターン307の側面のみにおいて選択的に形成される。これは、アルミニウムパターンの上面に窒化珪素膜501が存在しているからである。

【0141】陽極酸化膜の形成が終了したら、レジストマスク306を除去する。そしてさらに露呈した酸化珪素膜304を除去し、さらに熱酸化膜211の一部も除去する。

【0142】こうして図5(C)に示す状態を得る。図5(C)に示す状態を得たら、レジストマスク306を除去し、さらに多孔質状の陽極酸化膜308を除去する。

【0143】そして、さらに窒化珪素膜501を除去する。こうして図5(D)に示す状態を得る。この状態で導電型を付与する不純物のドーピングをプラズマドーピング法でもって行う。

【0144】この結果、ソース領域311、低濃度不純物領域312と314、チャネル領域313、ドレイン領域315が自己整合的に形成される。

【0145】不純物のドーピング終了後、レーザー光の照射を行うことにより、ドーピング時に生じた損傷のアニールと、ドーピングされた不純物の活性化とを行う。

【0146】こうして図5(D)に示す状態を得る。次に層間絶縁膜502を形成する。そしてコンタクトホール形成を行い、ソース電極317、ゲイト取り出し電極503、ドレイン電極318を形成し、図5(E)に示す状態を得る。

【0147】この工程において、ゲイト電極307へのコンタクトホール形成が、ゲイト電極の上面に陽極酸化膜が存在しない関係で比較的容易に行うことができる。

【0148】なお図には、同じ断面上にソース/ドレイン電極とゲイト電極とが形成されているように記載されているが、実際には、ゲイト取り出し電極はゲイト電極307から延在した部分に形成される。

【0149】〔実施例5〕本実施例は、実施例1に示す構成において、基板としてガラス基板を利用した場合の例である。

【0150】本実施例では、基板として歪点が667℃のコーニング1737ガラス基板を利用する。そして結晶化のための加熱処理を600℃、4時間の条件で行い。

【0151】熱酸化膜の形成のための加熱処理をHClを3体積%含有した酸素雰囲気中での640℃の条件で行う。この場合、形成される熱酸化膜の膜厚は処理時間2時間で30Å程度となる。この場合は、実施例1に示すような950℃の加熱処理を加えた場合に比較してその効果は小さなものとなる。

【0152】〔実施例6〕本実施例は、実施例1に示す

構成において、熱酸化膜の形成時における雰囲気中にHClを含有させない場合の例である。この場合、HClを雰囲気中に含有させた場合に比較して、ニッケルのゲッターリング効果は小さなものとなる。

【0153】〔実施例7〕本実施例は、実施例1に示す構成において、熱酸化膜の形成後にレーザー光の照射をする場合の例である。このようにすると、さらに結晶化を助長することができる。

〔実施例8〕本実施例は、TFTを利用した半導体装置の例を示すものである。図8に各種半導体装置の例を示す。

【0154】図8(A)に示すのは、携帯情報端末と呼ばれるもので、本体2001に備えられたアクティブマトリクス型の液晶表示装置2005に必要とする情報を内部の記憶装置から呼び出して表示したり、電話回線を利用してアクセスした情報を表示することができる。

【0155】表示装置の形態としては、アクティブマトリクス型のEL表示装置を利用することも考えられる。表示装置を構成するアクティブマトリクス回路と同一の基板上には、各種情報処理回路や記憶回路が集積化回路2006としてTFTを利用して集積化されている。

【0156】また、本体2001には、カメラ部2002が備えられており、操作スイッチ2004を操作することにより、必要とする画像情報を取り込むことができる。カメラ部2002により取り込む画像は、受像部2003から装置内に取り込まれる。

【0157】図8(B)に示すのは、ヘッドマウントディスプレイと呼ばれる表示装置である。この装置は、本体2101を頭部に装着し、2つのアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイ2102によって、目の前数cmの場所に画像を表示する機能を有している。この装置では、疑似体験的に画像を見ることができる。

【0158】図8(C)に示すのは、カーナビゲーションシステムであり。この装置は、アンテナ2204で受けた人工衛星からの信号を用いて、位置を計測する機能を有している。そして、アクティブマトリクス型の液晶表示装置2202に計測した位置が表示される。また表示する情報の選択は、操作スイッチ2203によって行われる。

【0159】なお、液晶表示装置の代わりにアクティブマトリクス型のEL表示装置を利用することもできる。

【0160】図8(D)に示すのは、携帯電話の例である。この装置は、本体2301にアンテナ2306が備えられ、音声入力部2303と音声出力部2302とを備えている。

【0161】電話を掛ける場合は、操作スイッチ2305を操作することによって行う。また表示装置2304には、各種画像情報が表示される。表示装置の携帯としては、アクティブマトリクス型の液晶表示装置やアクティブマトリクス型のEL表示装置が利用される。

【0162】図8(E)に示すのは、携帯型のビデオカメラである。この装置は、受像部2406から取り込んだ画像を本体2401内に収納した磁気テープに記憶する機能を備えている。

【0163】画像には、各種デジタル処理が集積化回路2407において施される。この集積化回路2407は、従来から利用されているICチップを組み合わせたもので構成してもよいし、本明細書で開示するようなTFTを用いて構成してもよい。またそれらの組み合わせでもって構成してもよい。

【0164】受像部2406で受像した画像や内部の磁気テープに記憶された画像は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置2402に表示される。装置の操作は、操作スイッチ2404によって行われる。また、装置の電力はバッテリー2405によって賄われる。

【0165】図8(F)に示すのは、投射型の表示装置である。この装置は、本体2501から投影される画像をスクリーン上に表示する機能を有している。

【0166】本体2501には、光源2502とこの光源からの光を光学変調し画像を形成するアクティブマトリクス型の液晶表示装置2503、画像を投影するための光学系2504が備えられている。

【0167】なお、液晶表示装置の形式としては、(B)に示す装置を除いて透過型または反射型の形式のどちらでも利用することができる。

【0168】

【発明の効果】本明細書で開示する発明を利用して得られたPTFTとNTFTとを組み合わせ、9段のリングオシレータを構成した場合、400MHz以上の発振を行わせることができた。

【0169】一般的にリングオシレータの発振周波数の10%程度でもって実際の回路の設計を行うことを考慮すると、上記のTFTでもって40MHz程度の周波数で動作する回路を構成できることになる。

【0170】このように本明細書に開示する発明を利用することにより、高速動作（一般数十MHz以上の動作速度）が要求される回路を構成しうる薄膜トランジスタを得ることができる。

【0171】特にS値に関しては、100(mV/dec)以下という単結晶シリコンウエハーを利用して作製したMO S型トランジスタに匹敵する特性を得ることができる。

【0172】本明細書で開示する発明を利用することにより、各種高速動作が要求される回路を同一基板上にT

FTでもって集積化した構成を提供することができる。またその作製方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図2】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図3】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図4】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図5】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図6】 珪素薄膜を写した電子顕微鏡写真。

【図7】 珪素薄膜を写した電子顕微鏡写真。

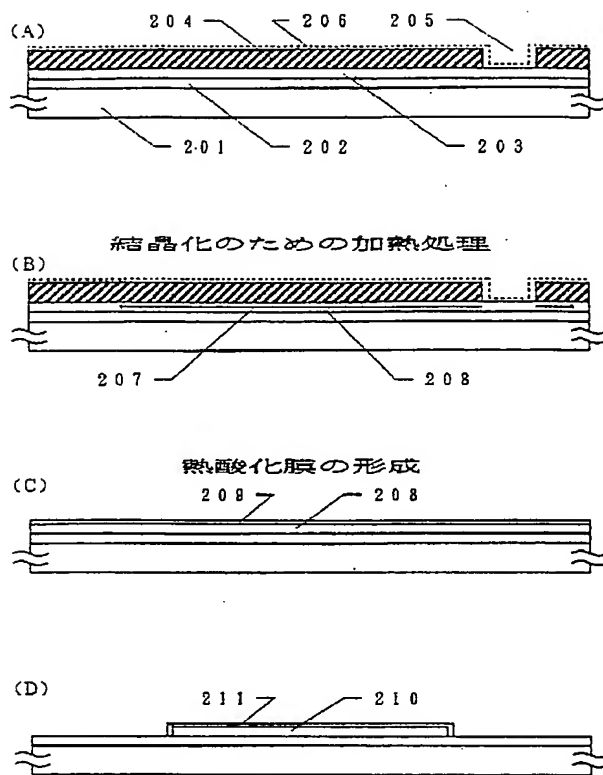
【図8】 TFTを利用した各種半導体装置の概要を示した図。

【図9】 結晶成長の状態を示す模式図。

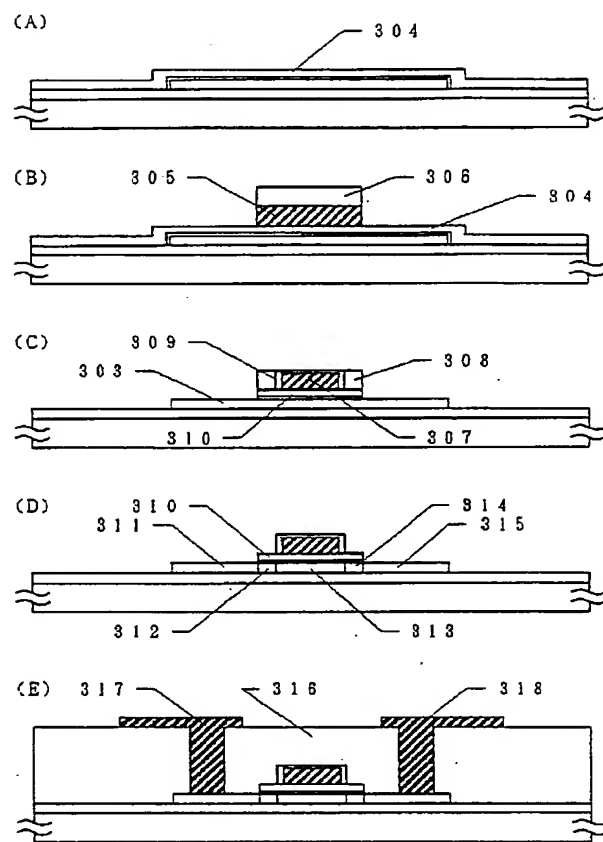
【符号の説明】

201	石英基板
202	下地膜（酸化珪素膜）
203	非晶質珪素膜
204	酸化珪素膜でなるマスク
205	マスクに形成された開口（ニッケル元素導入領域）
206	基体に接して保持されたニッケル元素
207	結晶成長方向
208	結晶性珪素膜
209	熱酸化膜
210	活性層を構成する珪素膜のパターン
211	熱酸化膜
304	CVD法で成膜された酸化珪素膜（CVD酸化膜）
305	アルミニウム膜でなるパターン
306	レジストマスク
307	ゲイト電極
308	多孔質状の陽極酸化膜
309	緻密な膜質を有する陽極酸化膜
310	残存した酸化珪素膜
311	ソース領域
312	低濃度不純物領域
313	チャネル領域
314	低濃度不純物領域
315	ドレイン領域
316	層間絶縁膜
317	ソース電極
318	ドレイン電極

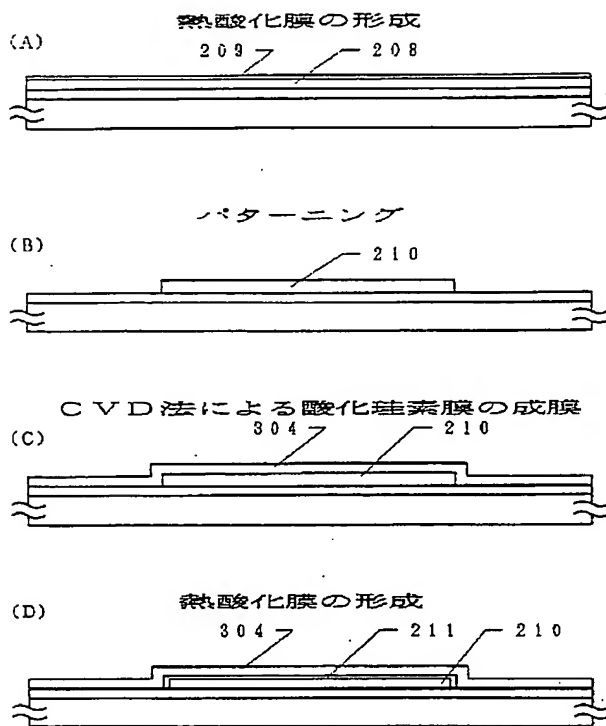
【図1】



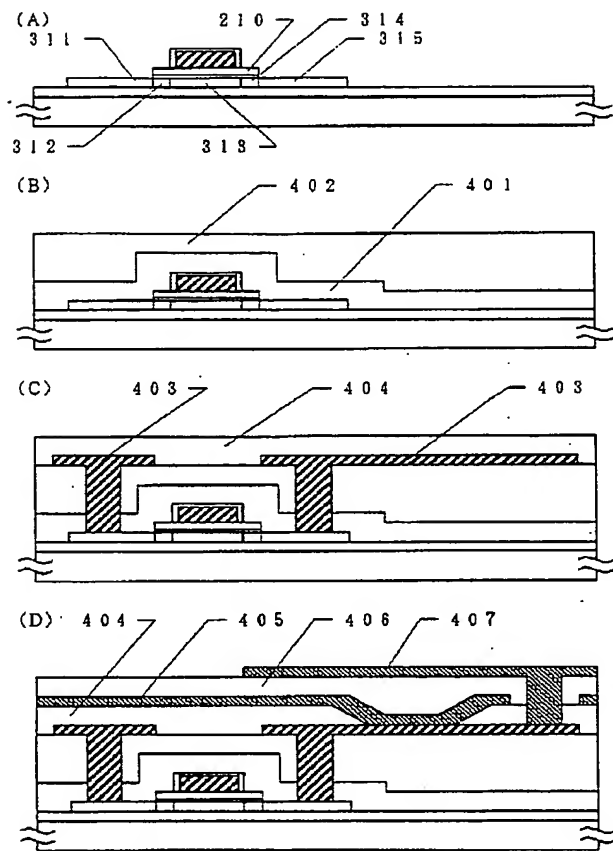
【図2】



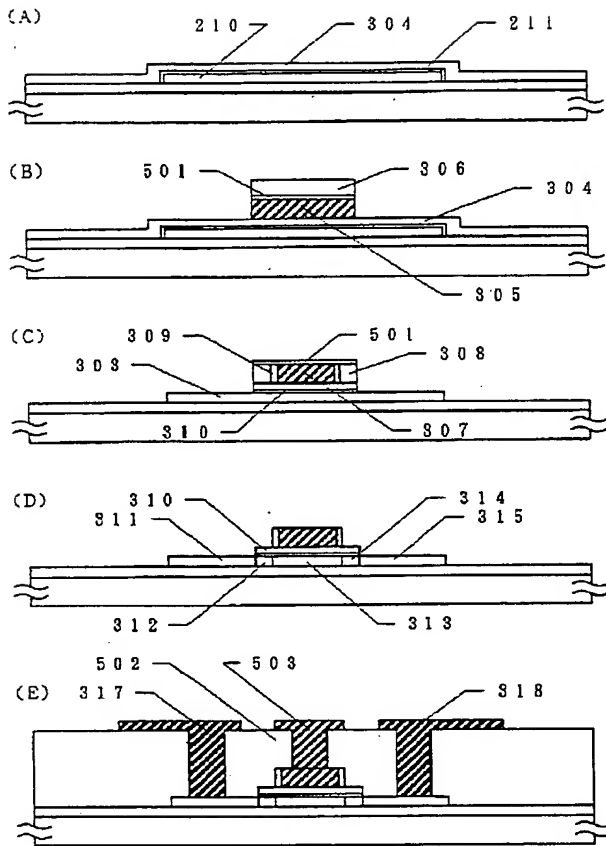
【図3】



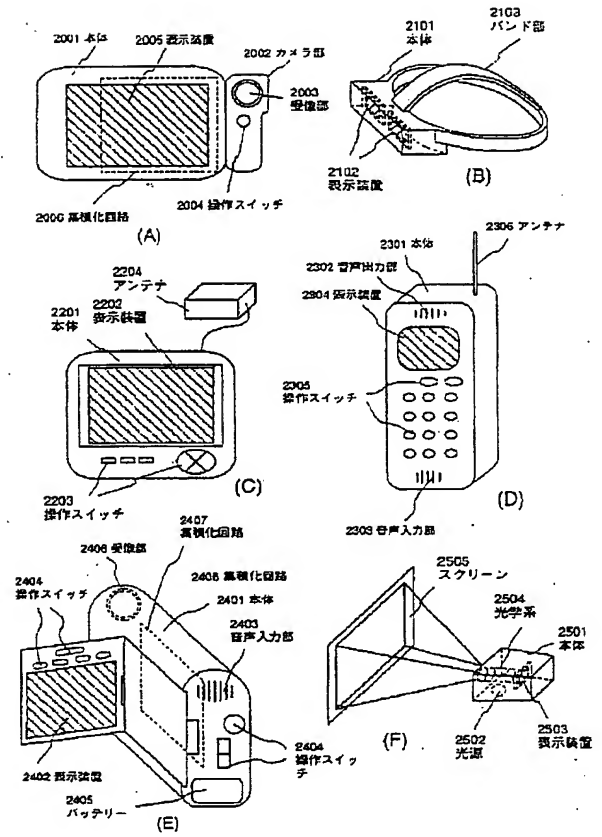
【図4】



【図5】



【図8】



【図6】

図面代用写真

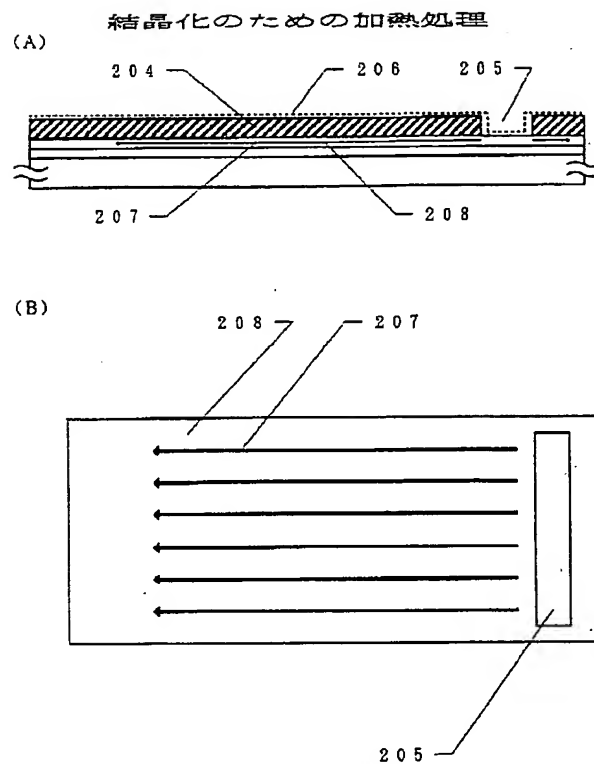


【図7】

図面代用写真



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶
H01L 27/12

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

(31)優先権主張番号 特願平8-32875
 (32)優先日 平8(1996)1月26日
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (31)優先権主張番号 特願平8-32981
 (32)優先日 平8(1996)1月27日
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (31)優先権主張番号 特願平8-58334
 (32)優先日 平8(1996)2月20日
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (31)優先権主張番号 特願平8-88759
 (32)優先日 平8(1996)3月17日
 (33)優先権主張国 日本(JP)

(72)発明者 小山 潤
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
 導体エネルギー研究所内
 (72)発明者 尾形 靖
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
 導体エネルギー研究所内
 (72)発明者 早川 昌彦
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
 導体エネルギー研究所内
 (72)発明者 納 光明
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
 導体エネルギー研究所内
 (72)発明者 浜谷 敏次
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
 導体エネルギー研究所内